

CFM03415
10/763,329^{US}

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 1 3 日
Date of Application:

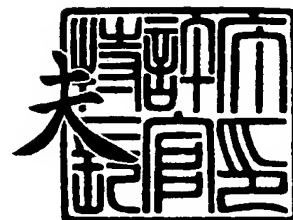
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 6 7 7 7 8
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 6 7 7 7 8]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 1 2 6 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 250740

【提出日】 平成15年 3月13日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/30

【発明の名称】 静電容量センサ式計測装置

【請求項の数】 1

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号キャノン株式会社
 内

 【氏名】 北岡 厚志

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キャノン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100086287

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 伊東 哲也

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 002048

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 静電容量センサ式計測装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 静電容量センサを用いてセンサプローブと被計測ターゲット間の距離を計測する装置であって、

前記センサプローブを複数個と、前記センサプローブに接続し、その計測結果を出力するセンサアンプとを有し、前記センサアンプに備えられた第 1 端子と第 2 端子間で前記センサプローブを含む被計測系の回路を接続し、前記センサプローブと被計測ターゲット間の距離を計測する際、前記センサアンプから前記センサプローブに供給する交流電気信号を、前記複数のセンサプローブのうちの少なくとも 2 個のセンサプローブ間で異ならせることを特徴とする計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、静電容量センサを用いてターゲットの位置、形状などを計測する装置に関するものである。また、計測装置は、マスクやレチクルなどの原版のパターンを半導体ウエハやガラスプレートなどの基板もしくは立体物に転写する露光システム、さらに加工システムや半導体プロセスの処理システムに好適に応用されるものである。

【0002】

【従来の技術】

試料（ターゲット）の位置や形状を精密に計測する方式の一つに、静電容量センサを用いたものがある。この方式は、センサプローブとターゲット間に生じる静電容量の大きさを検出することによって、センサプローブとターゲット間の距離を計測するものである。静電容量は交流インピーダンスとして検出される。具体的には、センサアンプから供給される微弱な交流電流を、センサプローブからターゲットに向かって流し込み、そのインピーダンスによる電圧降下を計測する場合が多い。センサプローブからターゲットに流れ込んだ電流は、通常システムの筐体アースと概ね同電位にした導体を通して、センサアンプのもう一方の端子

に還流させる。通常、計測する静電容量は pF オーダの小さな値なので、浮遊容量の影響を受けやすい。そのため、センサアンプからセンサプローブまでの実装およびターゲットからのアースラインの実装は、浮遊容量の影響が少なくなるように電位を設定しているのが普通である。

【0003】

静電容量センサは、十分インピーダンスが低いターゲットをアースに対して低インピーダンスで結合して使用するのが理想的である。そのため、ターゲットを載せる搭載台を導体で構成して、搭載台をアースに接続する構成がよく用いられる。

【0004】

図15は、静電容量センサを用いた従来例の測定装置の構成図であり、(a)は全体構成図、(b)は要部側面図である。固定された静電容量センサを備え、ターゲットを搭載したステージを移動することにより複数の計測点を順次計測している。同図において、120a, 120bは第1、第2センサプローブ、121a, 121bは第1、第2センサアンプ、122はターゲット、123はセンサケーブル、124はコントローラ、125は金属製チャック、127は定盤（絶縁性の搭載台）、128は発振器をそれぞれ示す。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

静電センサの計測ターゲットが半導体などの場合には、ある程度大きな内部インピーダンスをもつ。さらに、アースに対して低インピーダンスで結合できない場合もありうる。そのような場合には、複数のセンサプローブから流れ出た交流電流が、共通インピーダンスであるところの、ターゲット内部インピーダンスおよびアースインピーダンスに流れ込むので、その部分の電圧降下により各センサ（センサはセンサアンプとセンサプローブにより構成される）に誤差が生じる。

【0006】

図16において、Z3とZ4が複数センサの共通インピーダンスとなるので、センサ電流による電圧降下分は、第1センサと第2センサがお互いに干渉を及ぼしあい、計測誤差となって現れる。

【0007】

図17を用いて、従来例の計測装置のセンサドライブ位相とアースインピーダンスに起因する計測誤差について説明する。第1センサプローブと第2センサプローブのドライブ電流位相は同一であるため、共通インピーダンスにはアース電流として概ね両方の電流の合計が流れ、それによる電圧降下が生じる。この電圧降下分は、そのままセンサアンプ121a, 121bの端子間（S101とS102の間、S201とS202の間）に現れ、各センサの計測誤差となる。

【0008】

本発明では、複数の静電容量センサを備えた計測装置における、共通インピーダンスによって発生する、もしくは静電界によるセンサ間の干渉による計測誤差を防止することを課題とする。

【0009】**【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決するために、本発明の計測装置は、静電容量センサを用いてセンサプローブと被計測ターゲット間の距離を計測する装置であって、複数のセンサプローブと、前記センサプローブに接続し、その計測結果を出力するセンサアンプとを有し、前記センサアンプに備えられた第1端子と第2端子について、前記第1端子に前記センサプローブの電極を、前記第2端子にアース電極をそれぞれ接続し、前記第1端子と第2端子間で前記センサプローブを含む被計測系の閉回路を形成させ、前記センサプローブと被計測ターゲット間の距離を計測する際、前記センサアンプから前記センサプローブに供給される交流電気信号を、前記複数のセンサプローブのうちの少なくとも2個のセンサプローブ間で異ならせることを特徴とする。

【0010】**【発明の実施の形態】**

本発明の好ましい実施形態としては、静電容量センサを用いてセンサプローブと被計測ターゲット間の距離を計測する装置であって、第1のセンサプローブと、第2のセンサプローブと、前記ターゲットを搭載する搭載台と、前記センサプローブを保持するプローブ保持部材と、前記センサプローブに接続し、計測結果

を出力するセンサアンプとを備え、前記センサアンプは第1端子と第2端子をもち、前記第1端子に前記センサプローブの電極を接続し、前記第1端子と第2端子間に前記センサプローブを含む被計測系の閉回路を接続する計測装置において、前記センサアンプからセンサプローブに供給する交流電気信号の位相および／または電流振幅値を、前記第1センサプローブと前記第2センサプローブで異ならせる。

【0011】

【実施例】

本発明の実施例について、以下説明する。

[第1の実施例]

本発明の第1の実施例に係る半導体ウエハ位置計測装置について、図1を用いて説明する。図1は、第1の実施例に係る半導体ウエハ位置計測装置の構成図であり、(a)は全体構成図、(b)は要部側面図である。

【0012】

本装置は、固定されたセンサプローブを用いて、SiC製真空チャック上に真空吸着された半導体ウエハの表面の高さと傾きを計測するものである。

【0013】

ここで、センサプローブとターゲット間の間隔を計測ギャップと呼ぶことにする(図1(b)参照)。計測ギャップはセンサプローブの種類によって設定が異なるが、本実施例では200～300 μ m程度としている。

【0014】

第1および第2センサプローブ10a、10bは、同軸上に中心から中心電極、ガード電極、外部電極の3層構造になっている。計測に使用する電極は中心電極であり、第1および第2センサアンプ11a、11bの中心電極用端子(S101、S201)に接続される。第1、第2センサアンプから中心電極には、数10kHzの正弦波定振幅電流を流す。その電流が容量結合されたターゲット12を介して、筐体アースに流れる。筐体アースは第1、第2センサアンプ11a、11bのアース端子(S102、S202)に接続される。第1、第2センサアンプ11a、11bは中心電極用端子(S101、S201)とアース端子(

S102、S202)間の電圧を検出することにより、計測ギャップの容量性インピーダンスを含んだ、ループのインピーダンスがわかる。計測ギャップを d 、センサプローブとターゲット間の実効的な対向面積を A とすれば、計測ギャップ d の静電容量 C は次式で表される。

【0015】

$$C = \epsilon_0 \cdot A / d$$

ここで、 ϵ_0 は真空中の誘電率であり、空気中の誘電率はこれとほぼ同じである。

【0016】

センサプローブに流す交流の角周波数を ω 、電流値を i とすれば、中心電極用端子とアース端子間の電圧値 e は次式で表される。

$$e = i / (\omega \cdot C)$$

【0017】

上記両式より、

$$e = i \cdot d / (\omega \cdot \epsilon_0 \cdot A)$$

$$d = e \cdot \omega \cdot \epsilon_0 \cdot A / i$$

が導かれる。 i 、 ω 、 A が変化しないとすれば、 e に比例した d が得られる。

【0018】

ガイド電極は、中心電極から出た電界が周辺に広がるのを防止するために設けである。ガード電極は、センサアンプのガード電極用端子（不図示）に接続される。ガード電極用端子は、 e と同じ電圧（中心電極用端子 S101、S201 と同じ電位）を出力する。低出力インピーダンスのドライバによりドライブされる。また、第1、第2センサアンプ 11a、11b と第1、第2センサプローブ 10a、10b 間の接続には同軸ケーブル 13 を使用しており、同軸ケーブル 13 の中心線に中心電極、シールド線にガード電極を接続している。これにより、接続ケーブル 13 の2線間の容量の影響をキャンセルしている。

【0019】

第1、第2センサアンプ 11a、11b は、前記の第1、第2センサプローブ 10a、10b のドライブと電圧の計測を行う。計測された電圧は A/D 変換さ

れて、コントローラ 14 に伝送される。コントローラ 14 は、計測値の処理と表示などを行う。この際、コントローラ 14 内部でオフセット、ゲイン、非リニアリティーなどの補正を行ってもよい。

【0020】

真空チャック 15 は、SiC 製のセラミックスで構成している。これは、温度変化によるチャックの変形を防ぐためである。センサ保持フレーム 16 は、チャック 15 に取り付けられている。また、チャック 15 は、金属製定盤 17 上に設置されている。さらに、金属製定盤 17 は、アースに接続されている。

【0021】

従って、ターゲット 12 からアースへの結合は、ターゲット 12 と金属定盤 17 でチャック 15 を挟んだコンデンサによる容量結合で行われる。この構成にてセンサを 1 個だけ使用したときの計測精度は満足するように設計されている。しかし、この容量結合部分は、第 1 センサと第 2 センサの共通インピーダンスとして存在している。

【0022】

図 1 において、コントローラ 14 は、位相制御装置に対して各センサのドライブ位相をあらかじめ設定する。また、コントローラ 14 は、第 1 センサアンプ 11a と第 2 センサアンプ 11b から計測値を受け取って外部表示する。

【0023】

位相制御装置 18 は、第 1 センサアンプ 11a と第 2 センサアンプ 11b に対して、センサドライブタイミング信号とセンサ計測タイミング信号を出力する。センサ計測タイミング信号は、2 kHz である。本実施例では、第 1 センサと第 2 センサのセンサ計測タイミング信号は同一にしてある。また位相制御装置 18 は、コントローラ 14 に対してもセンサ計測タイミング信号を出力することにより、計測値の取り込みタイミングを示す。

【0024】

図 2 は、本実施例の静電容量センサに関する等価回路である。従来例と比較すると、第 1、第 2 センサアンプ 11a, 11b に対する位相の調整手段を備えている点が特徴である。

【0025】

以下、図3を用いて本実施例のセンサドライブ位相と計測精度について説明する。図3は、本実施例に係る計測装置のセンサプローブに対するドライブ電流、アース電流、およびセンサの計測値を示す図である。

【0026】

本実施例では、第1センサと第2センサのドライブ電流（計測のための微弱な電流）の位相差を180度に設定している。これにより、共通インピーダンスに流れる電流は相殺される。図3のアース電流は完全に零にはなっていない。これは、第1センサのアース電流と第2センサのアース電流とが完全には一致しないために生じる残分である。この残分に相当する値の計測誤差が生じるが、従来例（図17参照）と比較して著しく誤差を低減させることができる。

【0027】

また、コントローラ14が設定するセンサ間の位相は180度に限定されず、任意に設定することが可能である。従って、最も計測精度がよくなる位相差に設定することが可能である。例えば、計測の繰り返し再現性に着目して、設定した位相に対してデータ取りを行い、コントローラ14が最適な位相を判断することができる。

【0028】

別の方式として、位相だけでセンサ間の干渉が調整しきれない場合には、各センサの電流値を若干増減させることにより、アース電流をより正確に相殺することも可能であり、さらに別の方式として、位相ではなく電流振幅値をセンサ間で異ならせてアース電流を相殺させてもよい。

【0029】

さらに、本実施例では2個の第1、第2センサが同一のターゲットを計測する例であったが、別のターゲットを計測するセンサが干渉している場合であっても、本実施例と同様の手段により計測精度を向上させることが可能である。

【0030】

以上のように、本発明の第1の実施例によれば、複数の静電容量センサを用いた計測装置において、従来はセンサ間の干渉により高い精度を実現することが困

難であつたのに対し、干渉の影響を低減させることができる。

【 0 0 3 1 】

[第 2 の実施例]

本発明に係る第 2 の実施例として、ステップアンドリピートによりマスクパターンをウエハに転写する X 線ステッパについて説明する。

【 0 0 3 2 】

図 4 は、シンクロトロンリング光源を使用したプロキシミティーギャップ等倍 X 線露光装置の一部を示す図である。具体的には、この露光装置のうち、静電容量センサに関係する部分を掲載したものである。実際の装置では、図 4 の部分は密封チャンバに入れられ、2 0 k P a の高純度ヘリウム雰囲気にて使用される。

【 0 0 3 3 】

本実施例においては、マスク 3 1 とウエハ 3 2 を 1 0 μ m 以下の極微小なギャップに保持して露光を行うため、ウエハ 3 2 表面およびマスク 3 1 表面の高さ計測に高い精度が要求される。設定されたギャップが想定と異なる場合には、線幅精度の悪化など、露光結果に重大な影響を及ぼす。また、高スループットを実現するために露光ギャップを保ったまま、ウエハ 3 2 をステップリピートさせる。その際、マスク 3 1 面とウエハ 3 2 面の平行度が悪いと、マスクメンブレンの変形により露光結果の悪化、さらにはメンブレンの破壊につながる恐れもある。

【 0 0 3 4 】

本実施例では、シンクロトロンリングから放射された X 線は、図示された矢印の方向に導入される。これにあわせて、マスク 3 1、ウエハ 3 2 とともに垂直に保持された状態で露光される。

【 0 0 3 5 】

マスク 3 1 はいずれも不図示のマスクフレーム、マスク基板およびメンブレンにより構成される。マスクフレームは S i C 製であり、直径 1 2 5 mm である。マスクフレームに 4 インチ径のマスク基板が貼り合わされている。マスク基板にはメンブレン、吸収体パターンが成膜されている。マスク基板は、露光エリア部分がバックエッチされている。

【 0 0 3 6 】

マスク 31 は、図 4 のマスクチャック 34 にチャッキングされる。マスクチャック 34 はマスクステージ 35 上に搭載されており、 Z 、 θ 、 ωx 、 ωy 軸に自由度を持っている。

【0037】

図 4 において、ウエハ 32 は、不図示のウエハ搬送系によりウエハステージ 37 上のウエハチャック 36 に真空吸着される。ウエハチャック 36 は SiC 製であり、チャック面に微小なピンが多数設けられている。ウエハチャック 36 は、SiC 製のウエハステージ 37 上に搭載されている。ウエハステージ 37 は X ステージ 38 に搭載され、X ステージ 38 はさらに Y ステージ 39 に搭載されている。Y ステージ 39 は、定盤 40 上に締結されている。定盤 40 は、床振動を遮断するダンパー 41 を介して、床 42 に設置されている。ウエハステージ 37 は、リニアモータ他により駆動され、 X 、 Y 、 Z 、 θ 、 ωx 、 ωy 軸に自由度をもっている。不図示のアライメント計測ユニットによって、マスク 31 とウエハ 32 の位置を計測する。

【0038】

次に、本実施例の静電容量センサによる計測について説明する。

ウエハ 32 がウエハステージ 37 のウエハチャック 36 にチャックされた後、ウエハステージ 37 を駆動してウエハ 32 上の 20 mm ピッチの格子点を静電容量センサで計測する。本実施例では、直径 200 mm の円形ウエハ 32 をターゲットとしている。ウエハ計測用静電容量センサプローブ 43 は Y 方向に 10 個設けてあり、前記格子点である計測点を全て網羅するように X 方向にウエハステージ 37 を駆動して計測する。計測時の Y 座標は決められた座標にて行う。計測の際、ウエハステージ 37 は必ずしも停止する必要はなく、ウエハステージ 37 のコントローラが座標に対する計測タイミングを管理して、駆動しながら計測することが可能である。

【0039】

ウエハ計測用静電容量センサプローブ 43 は、マスク用フレーム 33 に取り付けられた対向アース板を兼ねた金属部材（センサプローブ取り付け部 45）に取り付けられている。マスク計測用静電容量センサプローブ 44 は、ウエハステー

ジ 37 に取り付けられた対向アース板を兼ねた金属部材（センサプローブ取り付け部 46）に取り付けられている。この両方の金属部材 45、46 とともに、導線を使用して不図示のセンサアンプのアース端子に接続されている。また、対向アース板として十分な容量結合が得られるように、設計上許される範囲で、面積を大きくし、それぞれのターゲットに近接して設置してある。

【0040】

本実施例のように絶縁体に支持された基板では、機械的な影響を与えずに基板をアースすることが難しく、アースインピーダンスが高くなりやすい。その場合、他のセンサからの干渉を特に受けやすくなる。そこで、各ターゲット 31、32 に対向するアース板 46、45 を設け、容量結合によってアースインピーダンスを下げるようにしている。

【0041】

以下、図 5 を用いて本実施例の制御ブロックについて説明する。図 5 は、本実施例に係る X 線露光装置のブロック図である。

【0042】

コンソール 50 は露光装置全体のシーケンスを制御し、かつユーザーインターフェース、ネットワークインターフェースを提供する。ステージ CPU 51 は、コンソール 50 からシーケンス上のコマンドを受け取って、ウエハステージおよびマスクステージのユニット制御を行う。露光装置には、これ以外に不図示のアライメントユニット、搬送ユニット、照明ユニットなどがあり、それぞれが別の CPU によって各ユニットの制御を行う。ステージ DSP 52 は、ウエハステージおよびマスクステージの駆動制御、位置決め制御を司る。高速演算が可能な DSP を用いてデジタル制御を行っている。また、ステージ DSP 52 は、本実施例の要点である静電容量センサのセンサドライブ位相指令および計測タイミング指令および計測値の取り込みも行う。センサ I/F 56 は、ステージ DSP 52 から受けたセンサドライブ位相指令に従い、第 1 ～ 第 10 ウエハ用静電センサアンプ 57a ～ 57j およびマスク用静電センサアンプ 58 の各センサアンプにドライブ信号を出力する。また、計測タイミング指令を、各静電センサアンプ 57a ～ 57j、58 に伝達する。静電センサアンプ 57a ～ 57j、58 は、セン

サドライブ信号に従い、第1～第10ウエハ用センサプローブ59a～59jおよびマスク用センサプローブ60への供給電流を制御する。また、センサ計測タイミング信号に従い、計測値の取り込みおよびセンサI/F56への出力を行う。

【0043】

図6に本実施例の静電容量センサに関する等価回路を示す。601～610は第1～第10ウエハ計測センサに対応するセンサアンプ（10個）である。611はマスク計測センサ用のセンサアンプである。Cw1～Cw10は第1～第10ウエハ計測センサに対応する計測ギャップの静電容量である。Cmはマスク計測センサ用の計測ギャップの静電容量である。ウエハ内部インピーダンスのうち、各ウエハ用センサについてZw1～Zw10は独立の項、Zw11は共通の項である。Zw12はウエハ外部で各ウエハ用センサについて共通の項である。ウエハチャック、ウエハステージ部分、その他容量結合によるインピーダンスがZw12に相当する。Zmはマスク用センサに独立の項、Z13は全センサに共通の項である。Z13はほとんど無視できる値である。最も問題となるのはZw12である。Zw12により、第1～第10ウエハ用センサが相互に干渉しやすくなっている。

図7および図8にステージ位置と計測の関係を示す。

【0044】

次に、図9～図14を用い、計測位相の関係について説明する。

図9は、本実施例の構成において従来例と同様に全センサを同一位相で使用した場合のドライブ電流を示している。この場合の計測結果は、図10および図11に示すように、ウエハに対向しているセンサの個数によってアース電流が変化する分だけ、センサ間の干渉が現れている。

【0045】

一方、本実施例の構成において、図12に示す位相で各センサをドライブする場合には、アース電流を常に相殺することができる。図12で示すセンサドライブ電流位相は、ウエハ中心を通るX軸に平行な線に対して線対称に配置された2個のセンサを一对と考えると、各対の電流を逆相にしている。これにより、ウエハ

に対向しているセンサの個数によらず、アース電流はほぼ一定となる。図13および図14は、この場合の計測結果を示している。図13および図14で計測値にわずかな誤差が生じている原因は、前記各対のセンサ電流が完全には相殺されないことによる。これは、各センサ電流振幅が一致しないことや、位相が完全に180度差にならないことが原因である。いずれも実装上の問題なので、さらに誤差を低減することが可能である。

【0046】

本実施例では、計測の長さが一番長い第5、第6センサが最も他のセンサの影響を受けやすい。他のセンサがウエハ境界を通過するときに、突発的に計測値が乱されることもありうる。そのような補正しにくい計測誤差を低減させるために、図5のステージDSP52は、次のような位相設定手段をもつことが有効となる。すなわち、計測誤差が一番問題となるセンサ（センサAとする）の計測値に着目し、前述したような突発的な乱れがどのセンサの干渉により生じているのかを推定する。具体的には、計測値の乱れが生じたステージ座標、もしくは時刻にウエハの境界を通過したセンサ（センサBとする）からの影響であると推定する。次に、センサBの位相を若干変化させて再度計測を行い、センサAの計測結果が改善される条件を見つける。その条件において、他に計測誤差が問題となるセンサがあれば、同様に条件出しを行い、全てのセンサ精度が要求を満足する条件を見つける。

【0047】

なお、本実施例ではセンサを固定として、ウエハステージを駆動することによりウエハ上の各点を計測している。本発明の趣旨からいって、センサを可動機構上に搭載し、センサを移動すること、または、センサとウエハを互いに移動させることで相対位置を変化させながら計測を行うことにより、ウエハ上の各点を計測しても同じ目的が達成できる。

【0048】

また、本実施例では同時にウエハ境界を通過するセンサ個数が2個であったが、例えば3個の場合にはそれぞれ120度の位相差にすることも有効である。また、ターゲットの境界に対して同時に位置する複数のセンサプローブに供給する

交流電流信号の位相もしくは／および電流振幅値は、複数のセンサプローブがターゲット境界を通過することによって、それ以外のセンサに生じせしめる計測値変化が最も少なくなるように決定するとよい。

【0049】

さらに、本実施例におけるコントローラは、各センサプローブの配置、ターゲットの形状、ターゲットステージもしくは／およびプローブステージの位置座標に従って各センサプローブに供給する交流電流信号の位相もしくは／および電流振幅値を決定することが可能である。

【0050】

以上のように、本発明の第2の実施例によれば、ターゲットと静電容量センサを相対的に移動して計測するシステムにおいては、位置座標および／もしくは移動速度に従って、効率的に計測を行うことができる。

【0051】

なお、上記した第1および第2の実施例における計測装置は、被計測ターゲットを半導体ウエハや転写原版として、半導体製造装置や露光装置などのデバイス製造装置に用いることが可能である。

【0052】

【実施態様】

本発明の実施態様の例について、以下列挙する。

[実施態様1] 静電容量センサを用いてセンサプローブと被計測ターゲット間の距離を計測する装置であって、センサプローブを複数個と、前記センサプローブに接続し、その計測結果を出力するセンサアンプとを有し、前記センサアンプに備えられた第1端子と第2端子について、前記第1端子に前記センサプローブの電極を、前記第2端子にアースをそれぞれ接続し、前記第1端子と第2端子間で前記センサプローブを含む被計測系の閉回路を形成させ、前記センサプローブと被計測ターゲット間の距離を計測する際、前記センサアンプから前記センサプローブに供給する交流電気信号を、前記複数のセンサプローブのうちの少なくとも2個のセンサプローブ間で異ならせる、計測装置。

[実施態様2] 実施態様1に記載の計測装置において、前記ターゲットを搭載

する搭載台と、前記センサプローブを保持するプローブ保持部材とを備え、前記交流電流信号の位相もしくは／および電流振幅値について、前記複数のセンサプローブの内の少なくとも2個のセンサプローブ間で異ならせる、計測装置。

〔実施態様3〕 実施態様2に記載の計測装置において、前記交流電気信号の位相もしくは／および電流振幅値とは、各センサ間の干渉による計測値誤差が最小になるような位相もしくは／および電流振幅値である、計測装置。

【0053】

〔実施態様4〕 実施態様2に記載の計測装置において、前記交流電気信号の位相もしくは／および電流振幅値とは、同一条件での繰り返し再現性が最良になるような位相もしくは／および電流振幅値である、計測装置。

〔実施態様5〕 実施態様1～4のいずれか1つに記載の計測装置において、前記複数のセンサプローブのうちの全部または一部は同一のターゲットを計測する、計測装置。

〔実施態様6〕 実施態様1～4のいずれか1つに記載の計測装置において、前記複数のセンサプローブは各々異なるターゲットを計測する、計測装置。

〔実施態様7〕 実施態様1～6のいずれか1つに記載の計測装置において、前記被計測ターゲットは、移動可能なターゲットステージ上に搭載され、ターゲットステージを駆動制御するターゲットステージ制御部を備える、計測装置。

〔実施態様8〕 実施態様1～6のいずれか1つに記載の計測装置において、前記複数のセンサプローブは、移動可能なプローブステージ上に搭載され、プローブステージを駆動制御するプローブステージ制御部を備える、計測装置。

〔実施態様9〕 実施態様1～8項のいずれか1つに記載の計測装置において、センサプローブとターゲットの相対位置を変化させながら計測を行う、計測装置。

【0054】

〔実施態様10〕 実施態様1～9のいずれか1つに記載の計測装置において、前記各センサプローブの配置、前記ターゲット形状、前記ターゲットステージもしくは／および前記プローブステージの位置座標に従い、各プローブに供給する交流電気信号の位相もしくは／および電流振幅値を決定する計測コントローラを

さらに有する、計測装置。

〔実施態様 1 1〕 実施態様 1 ～ 1 0 のいずれか 1 つに記載の計測装置において、前記センサプローブと前記ターゲットの相対位置変化に対して、複数のセンサプローブの中心が、ターゲットの境界に対して同時に位置するようにセンサプローブを配置する、計測装置。

〔実施態様 1 2〕 実施態様 1 1 に記載の計測装置において、ターゲットの境界に対して同時に位置する前記複数のセンサプローブの交流電気信号の位相もしくは／および電流振幅値は、前記複数センサプローブがターゲット境界を通過することによって、それ以外のセンサに生じせしめる計測値変化が最も少なくなるように決定する、計測装置。

〔実施態様 1 3〕 実施態様 1 1 または 1 2 に記載の計測装置において、ターゲットの境界に対して同時に位置する 2 個のセンサプローブを備え、前記 2 個のセンサプローブの電気信号位相を 1 8 0 度異ならせる、計測装置。

〔実施態様 1 4〕 実施態様 1 1 または 1 2 に記載の計測装置において、ターゲットの境界に対して同時に位置する 3 個のセンサプローブを備え、前記 3 個のセンサプローブの電気信号位相をそれぞれ 1 2 0 度異ならせる、計測装置。

【 0 0 5 5 】

〔実施態様 1 5〕 実施態様 1 ～ 1 4 項のいずれか 1 つに記載の計測装置を搭載し、前記ターゲットが半導体ウエハもしくは／および転写原版である、半導体製造装置。

〔実施態様 1 6〕 実施態様 1 5 に記載の半導体製造装置において、前記半導体ウエハと前記転写原版間の距離を 3 0 0 μ m 以下に近接させて転写を行う、半導体製造装置。

【 0 0 5 6 】

〔実施態様 1 7〕 原版のパターンを基板に露光する露光装置において、実施態様 1 ～ 1 4 のいずれか 1 つに記載の計測装置を備えた、露光装置。

【 0 0 5 7 】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、複数の静電容量センサを備えた計測装置にお

ける、共通インピーダンスによって発生する、または、静電界によるセンサ間の干渉によって発生する計測誤差を防止することができ、例えば半導体露光転写において、線幅の微細化、線幅制御の高精度化、高スループット、露光装置の低コスト化、小型化をもたらすことが可能となる。さらには、計測用センサを複数用いることにより、スループットが向上し、より生産性の高い装置を提供することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 の実施例に係る計測装置の構成図。

【図 2】 本発明の第 1 の実施例に係る計測装置の静電センサ等価回路図。

【図 3】 本発明の第 1 の実施例に係る計測装置のセンサドライブ電流位相と計測精度の関係図。

【図 4】 本発明の第 2 の実施例に係る X 線露光装置の構成図。

【図 5】 本発明の第 2 の実施例に係る X 線露光装置のブロック図。

【図 6】 本発明の第 2 の実施例に係る X 線露光装置の静電センサ等価回路図。

【図 7】 本発明の第 2 の実施例に係る X 線露光装置の動作とステージ位置の関係図。

【図 8】 本発明の第 2 の実施例に係る X 線露光装置の動作とステージ位置の関係図。

【図 9】 本発明の第 2 の実施例に係る X 線露光装置の各センサプローブのドライブ電流の位相波形図（その 1）。

【図 10】 本発明の第 2 の実施例に係る X 線露光装置のアース電流と計測誤差を示す図（その 1）。

【図 11】 本発明の第 2 の実施例に係る X 線露光装置のアース電流と計測誤差を示す図（その 1）。

【図 12】 本発明の第 2 の実施例に係る X 線露光装置の各センサプローブのドライブ電流の位相波形図（その 2）。

【図 13】 本発明の第 2 の実施例に係る X 線露光装置のアース電流と計測誤差を示す図（その 2）。

【図 14】 本発明の第 2 の実施例に係る X 線露光装置のアース電流と計測誤差を示す図（その 2）。

【図 15】 従来例に係る計測装置の構成図。

【図 16】 従来例に係る計測装置の静電センサ等価回路図。

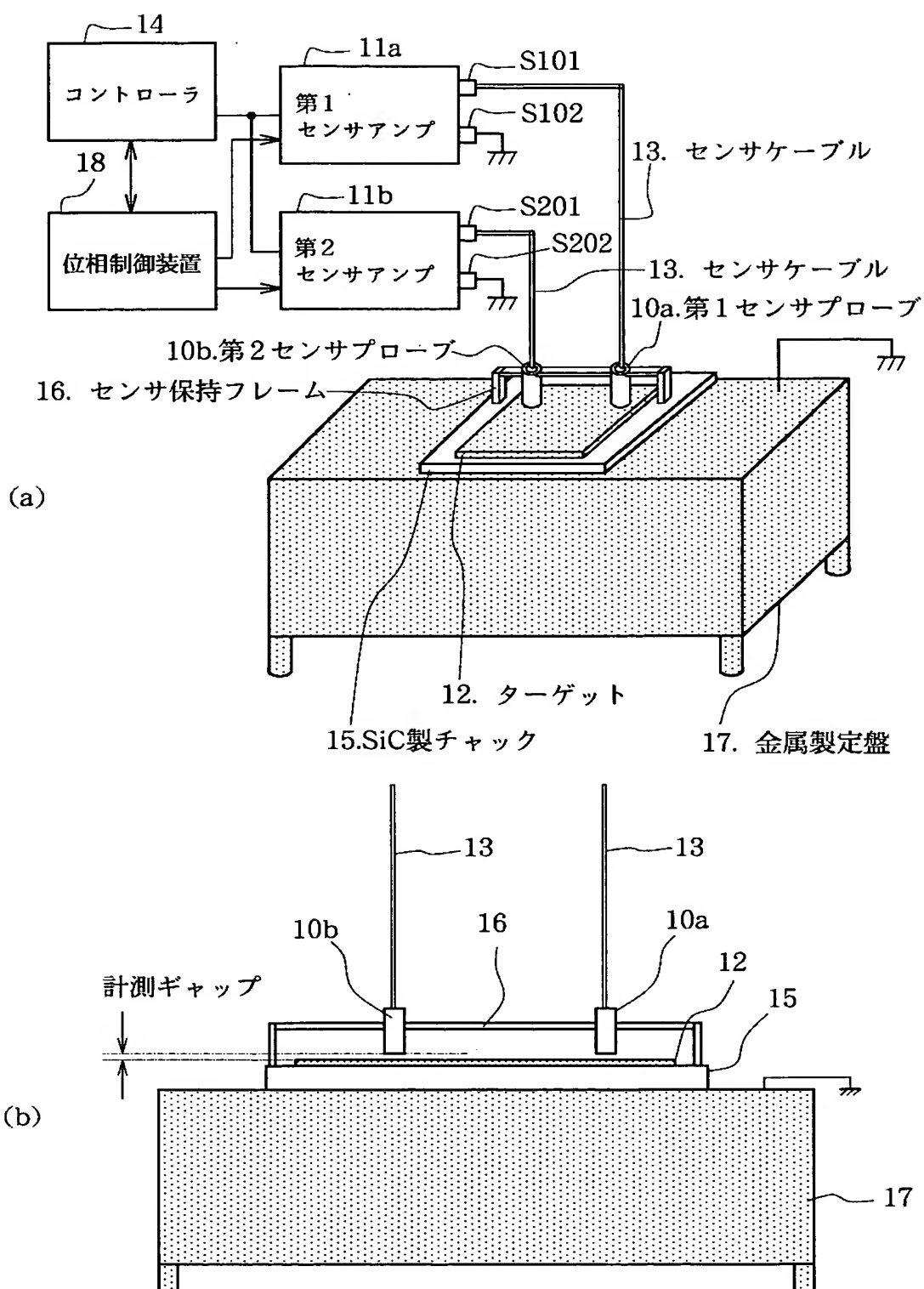
【図 17】 従来例に係る計測装置のセンサドライブ電流位相と計測精度の関係図。

【符号の説明】 10a, 120a：第 1 センサプローブ、10b, 120b：第 2 センサプローブ、11a, 121a：第 2 センサアンプ、11b, 121b：第 2 センサアンプ、12, 122：ターゲット、13, 123：センサケーブル、14, 124：コントローラ、15：SiC 製チャック、16：センサ保持フレーム、17：金属製定盤、18：位相制御装置、31：マスク、32：ウエハ、33：マスク用フレーム、34：マスクチャック、35：マスクステージ、36：ウエハチャック、37：ウエハステージ、38：X ステージ、39：Y ステージ、40：定盤、41：ダンパー、42：床、43：ウエハ計測用静電容量センサプローブ、44：マスク計測用静電容量センサプローブ、45, 46：センサプローブ取り付け部、50：コンソール、51：ステージ CPU、52：ステージ DSP、53：ステージドライバ、54：ステージ干渉計 I/F、55：ステージ干渉計、56：センサ I/F、57a～57j：第 1～第 10 ウエハ用静電センサアンプ、58：マスク用静電センサアンプ、59a～59j：第 1～第 10 ウエハ用センサプローブ、60：マスク用センサプローブ、601～610：ウエハ計測センサ用のセンサアンプ、611：マスク計測センサ用のセンサアンプ、125：金属製チャック、127：定盤、128：発振器。

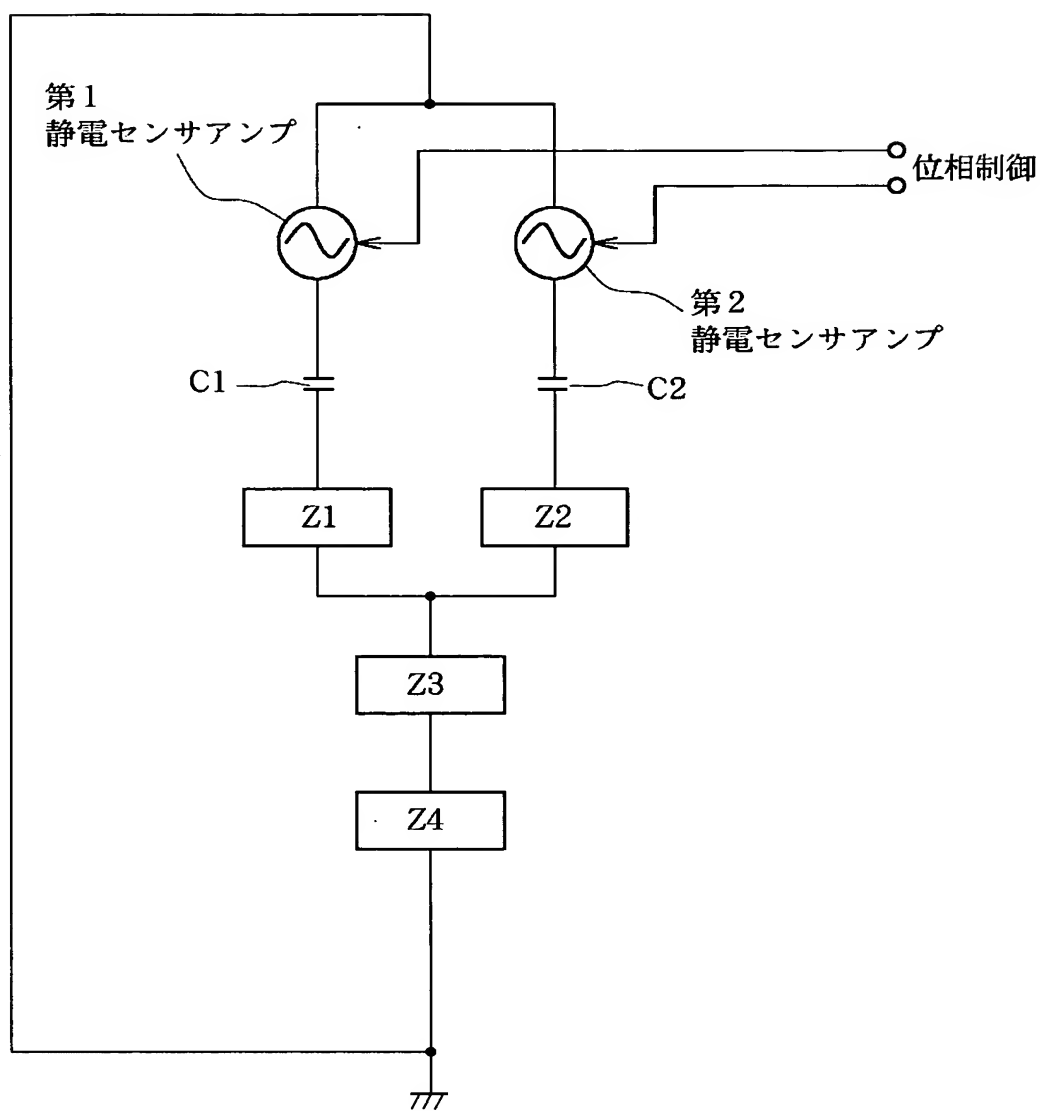
【書類名】

図面

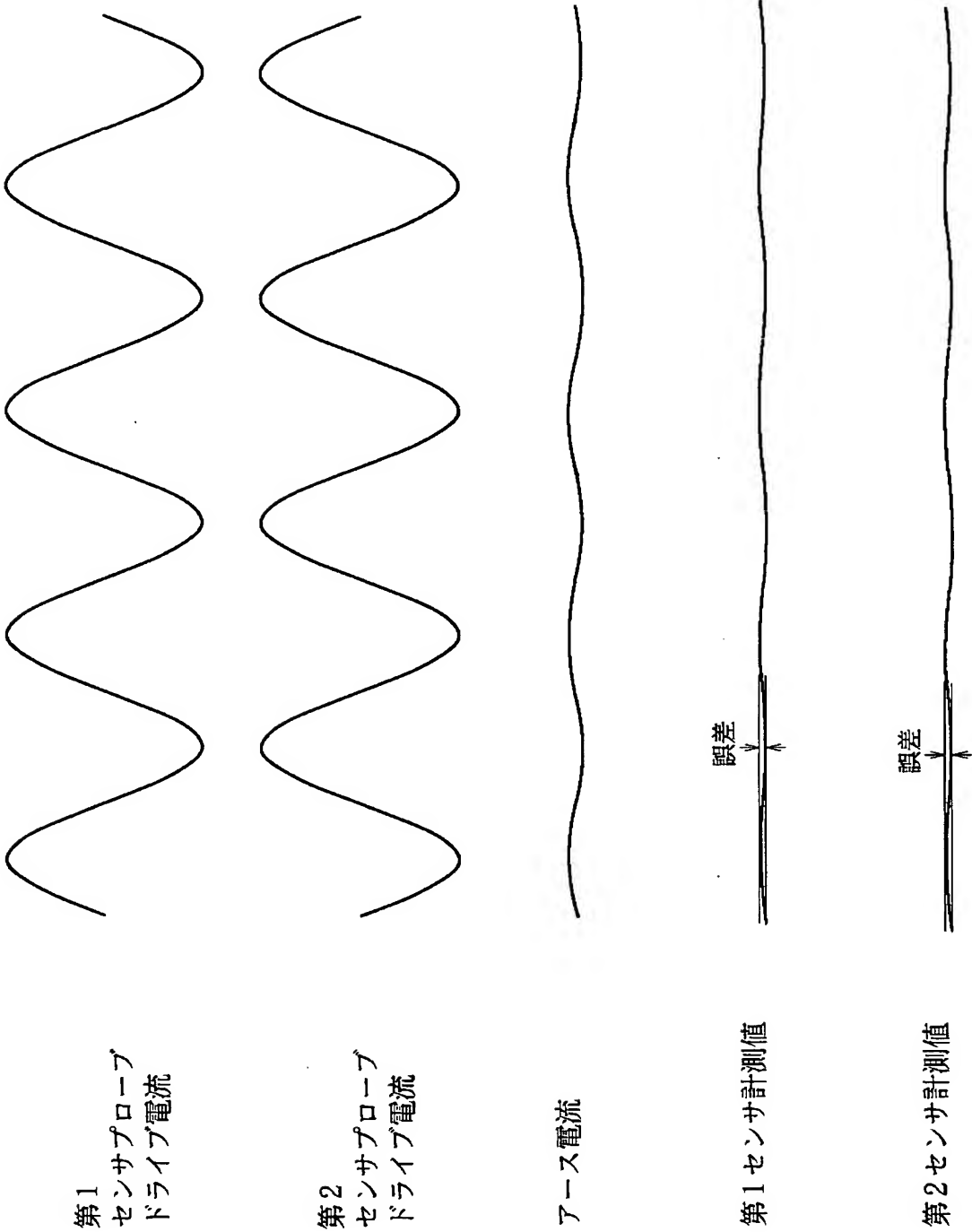
【図 1】



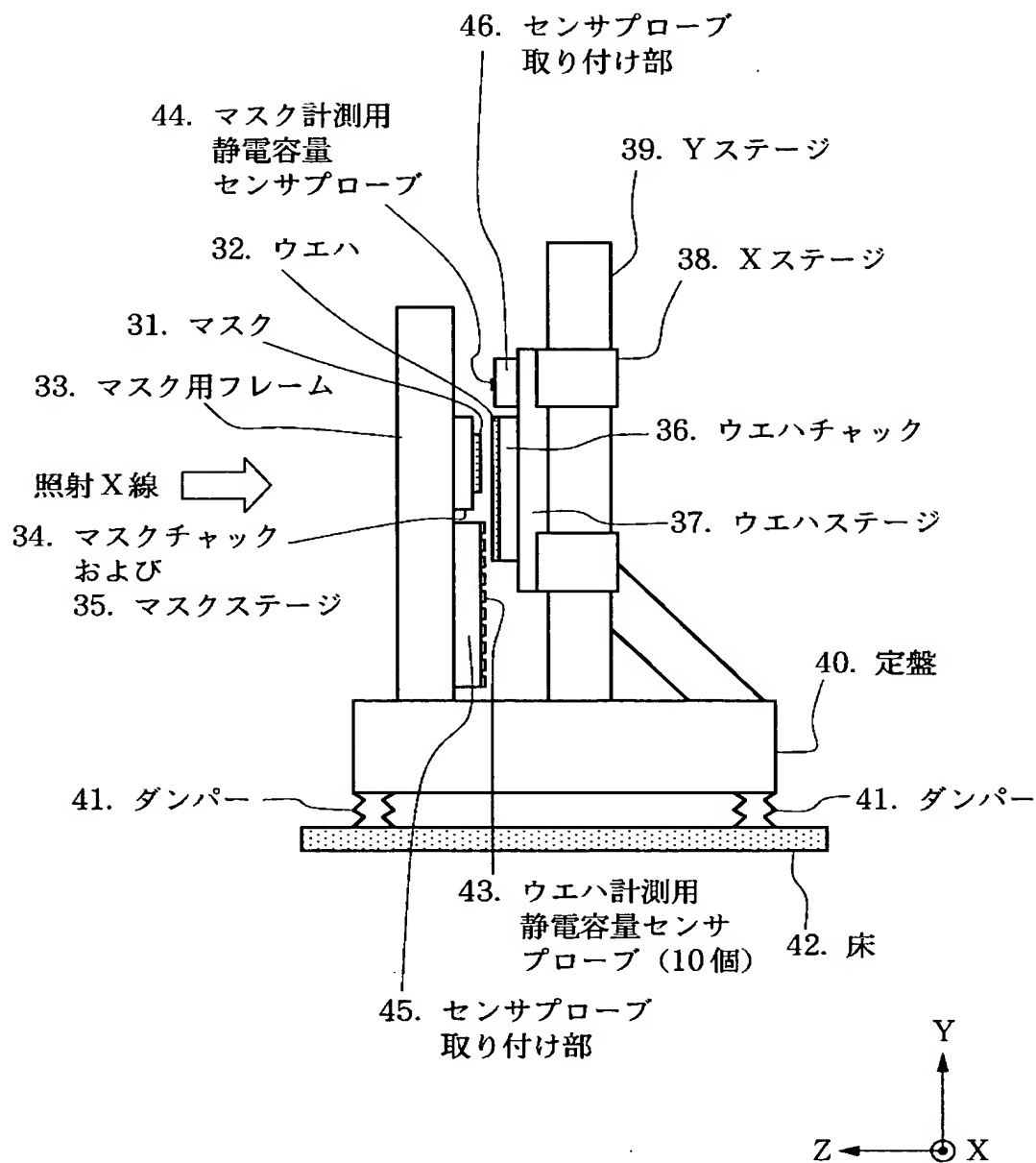
【図 2】



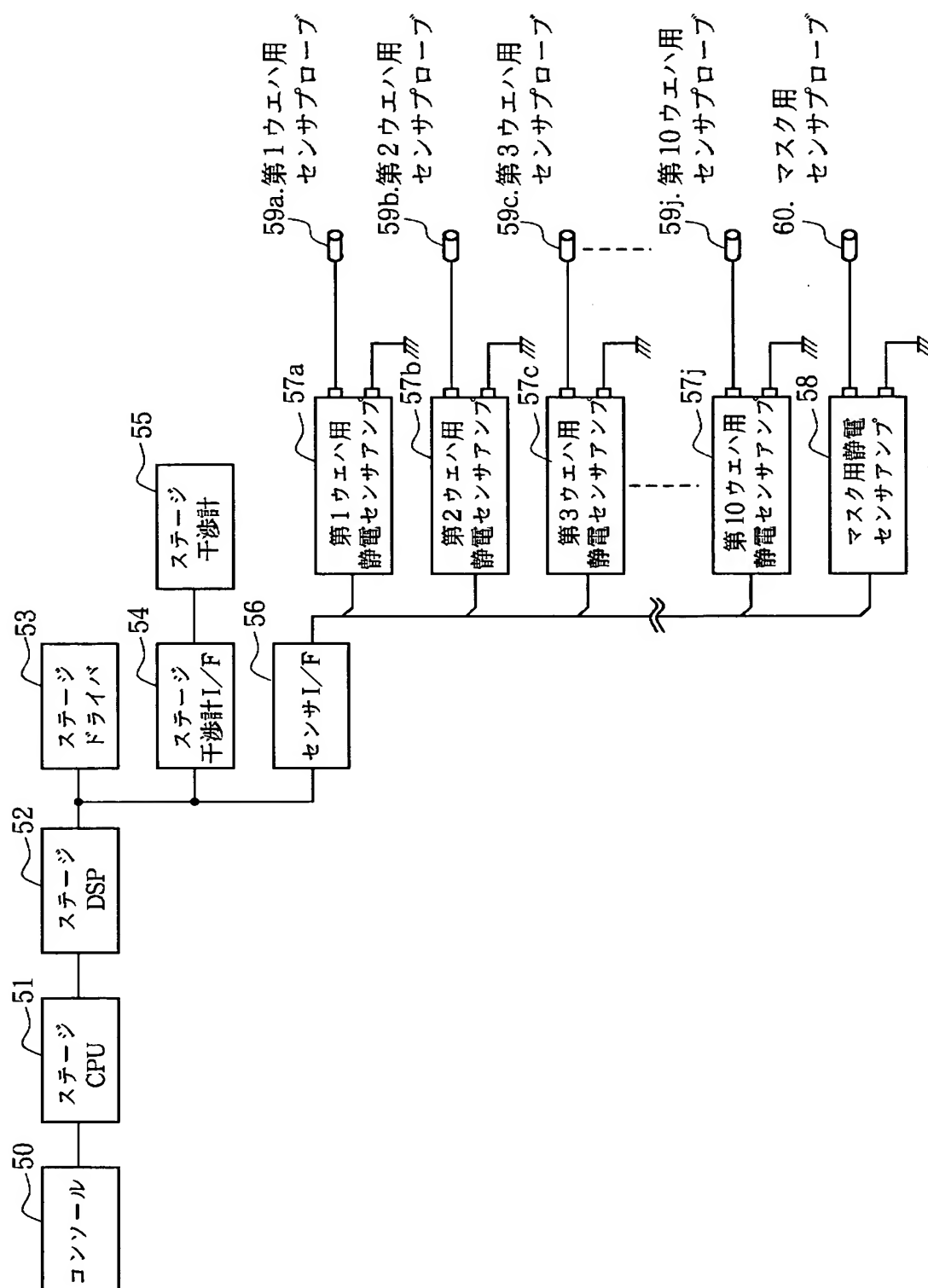
【図3】



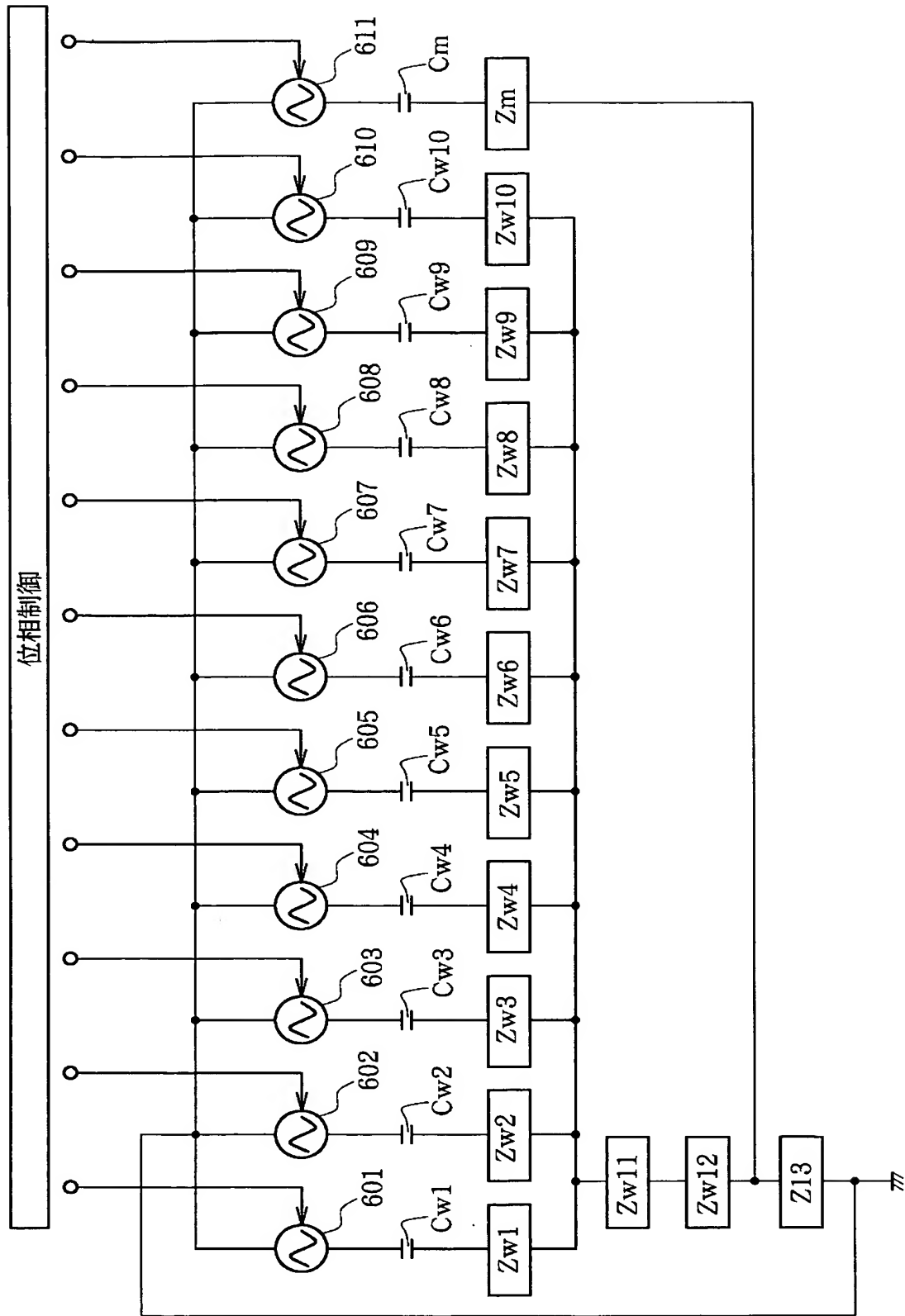
【図 4】



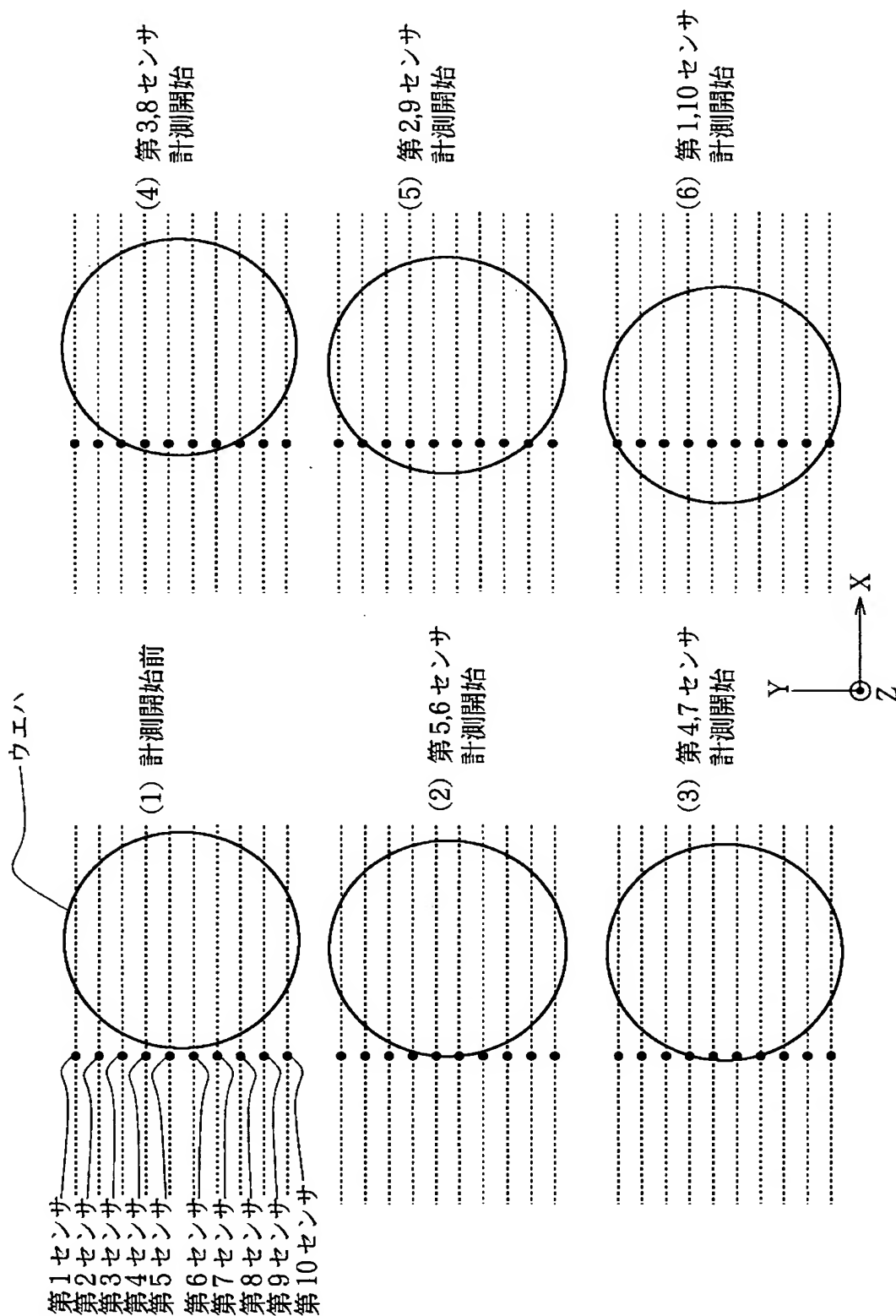
【図 5】



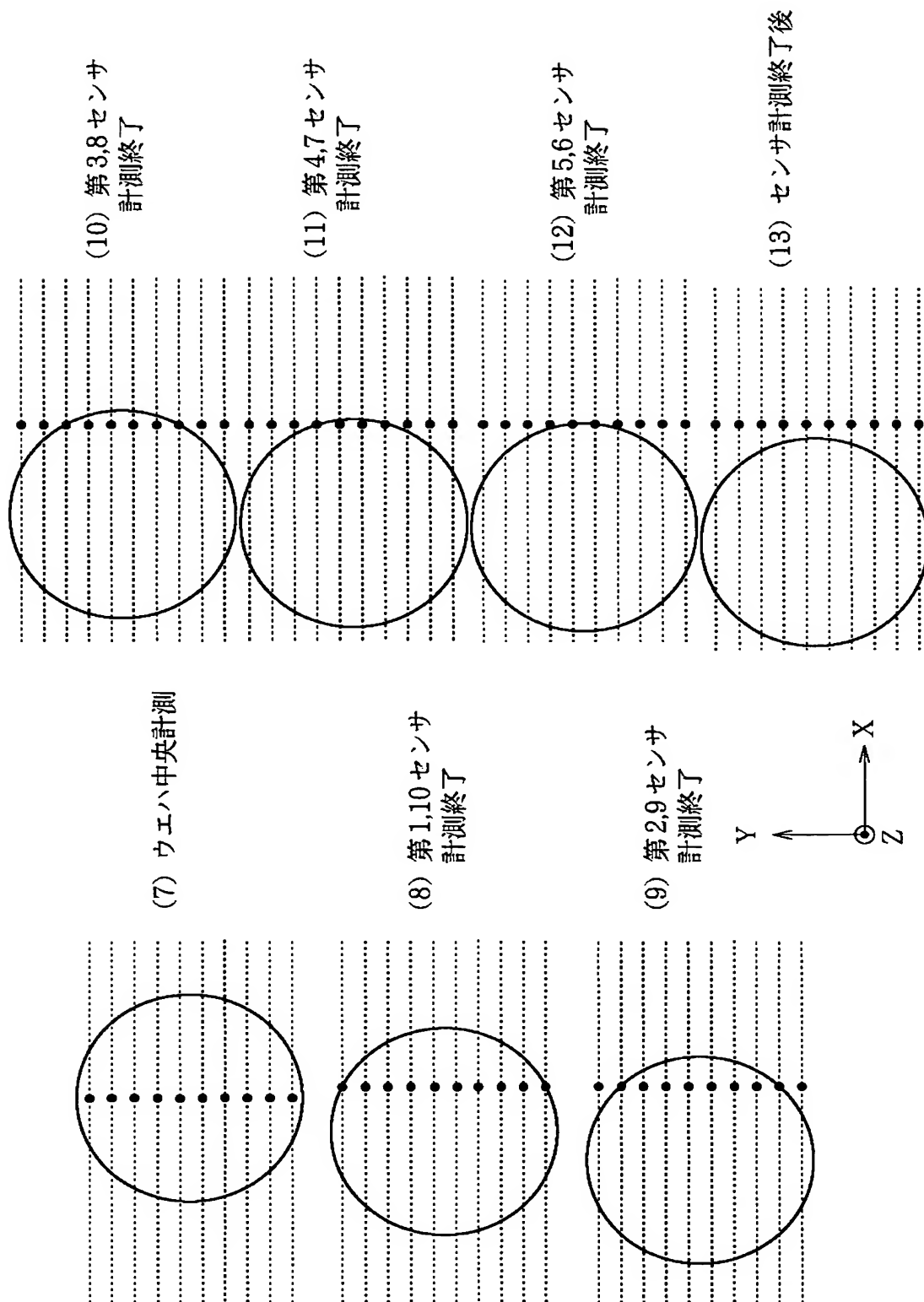
【図 6】



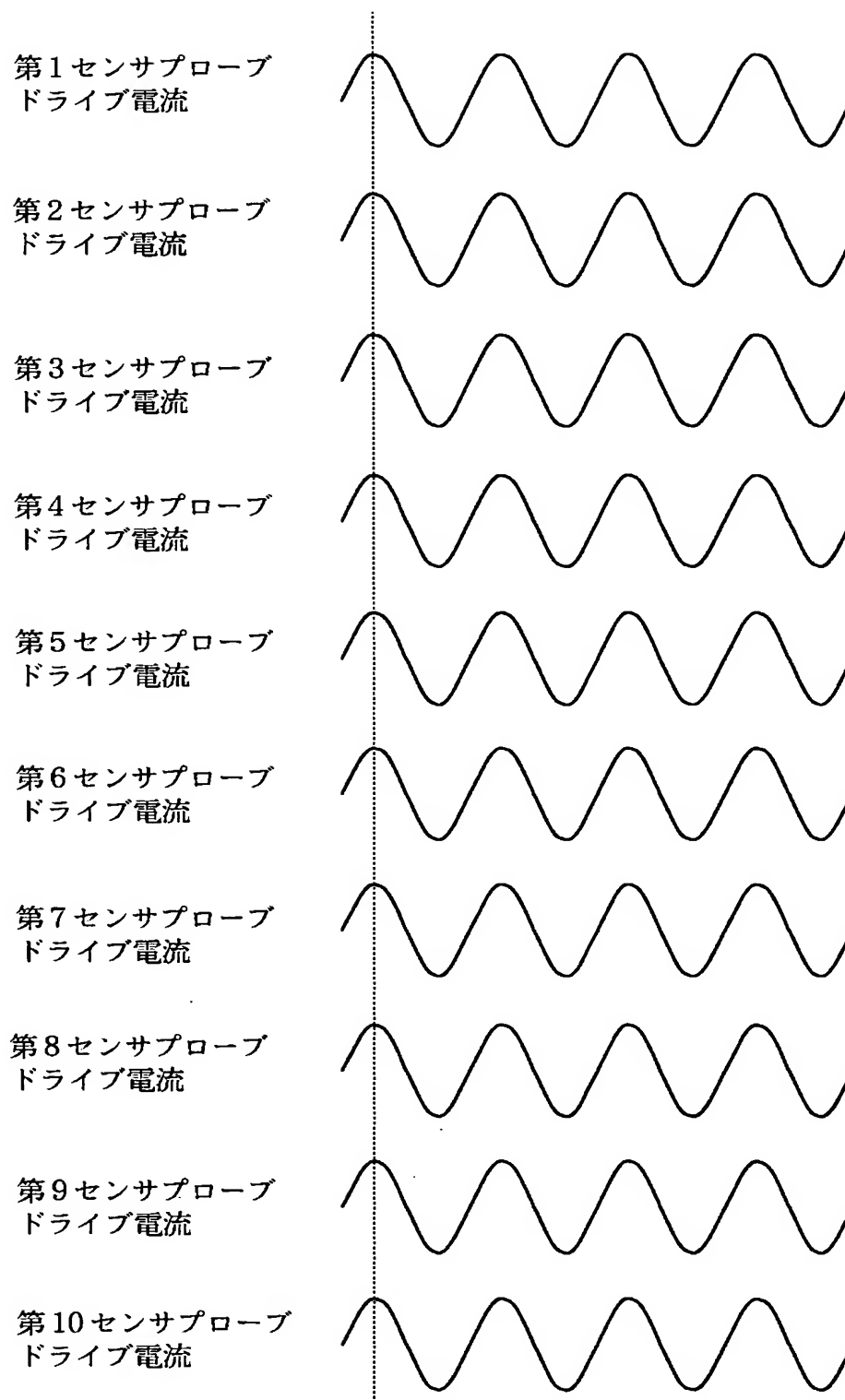
【図7】



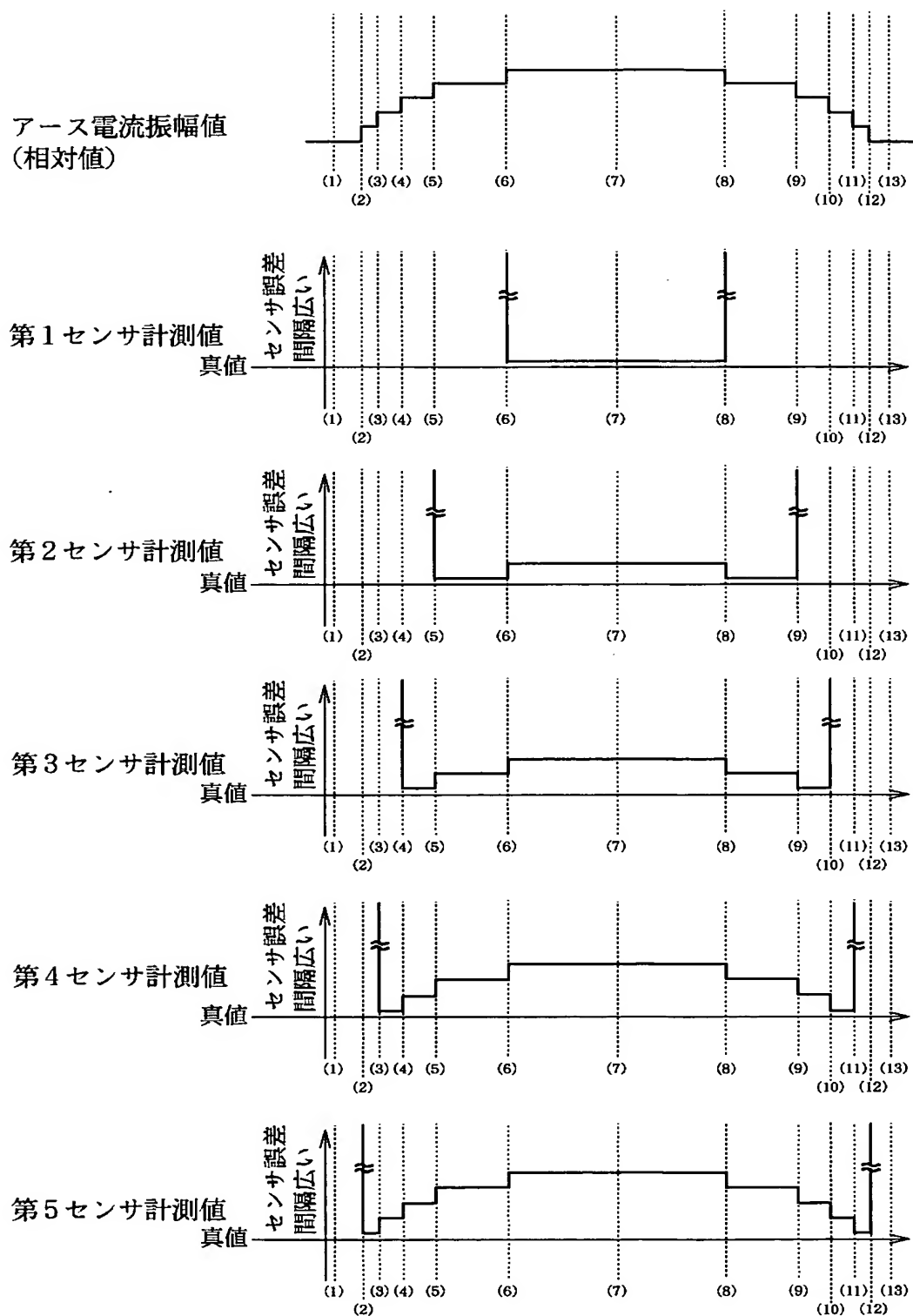
【図8】



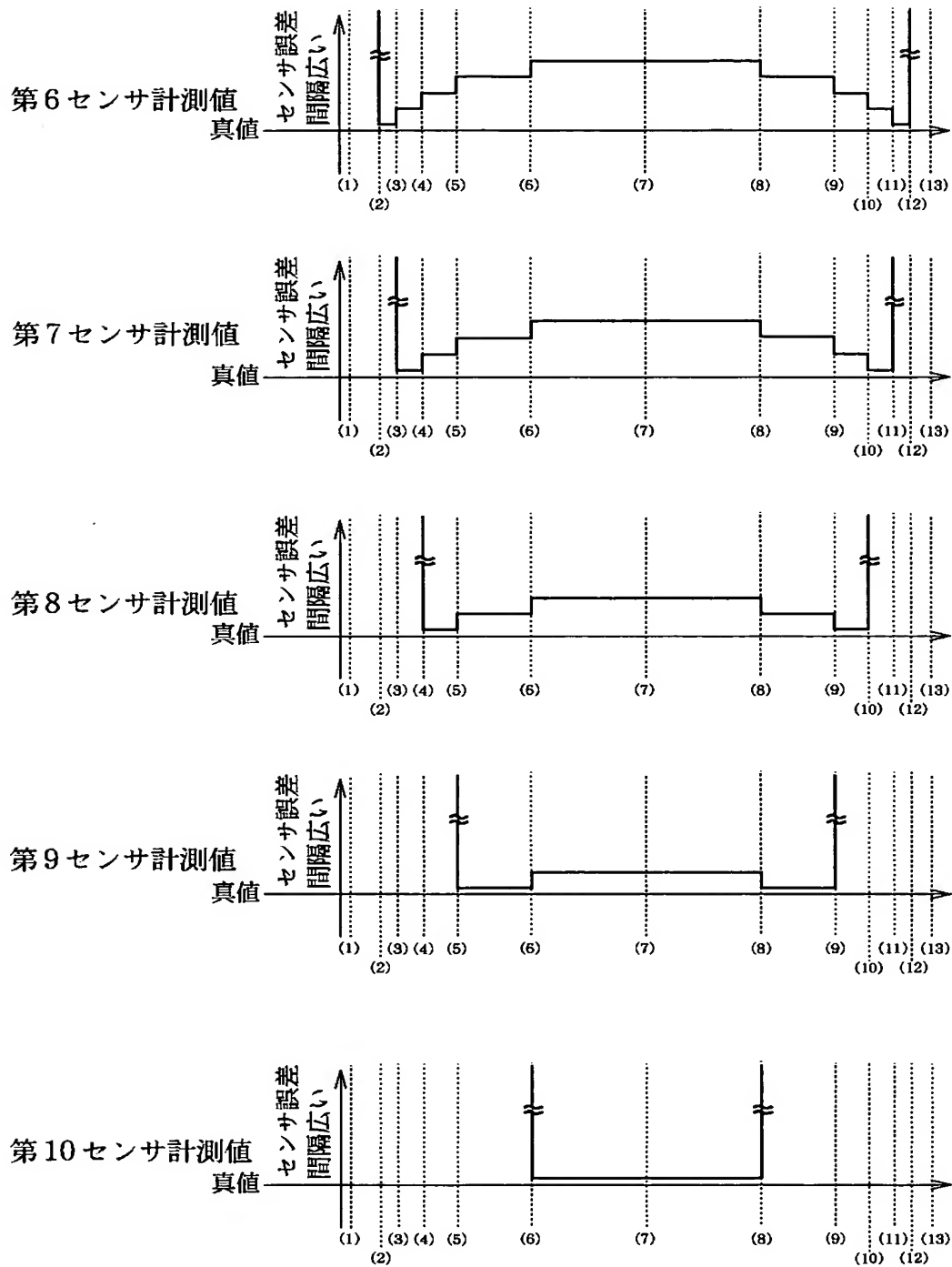
【図 9】



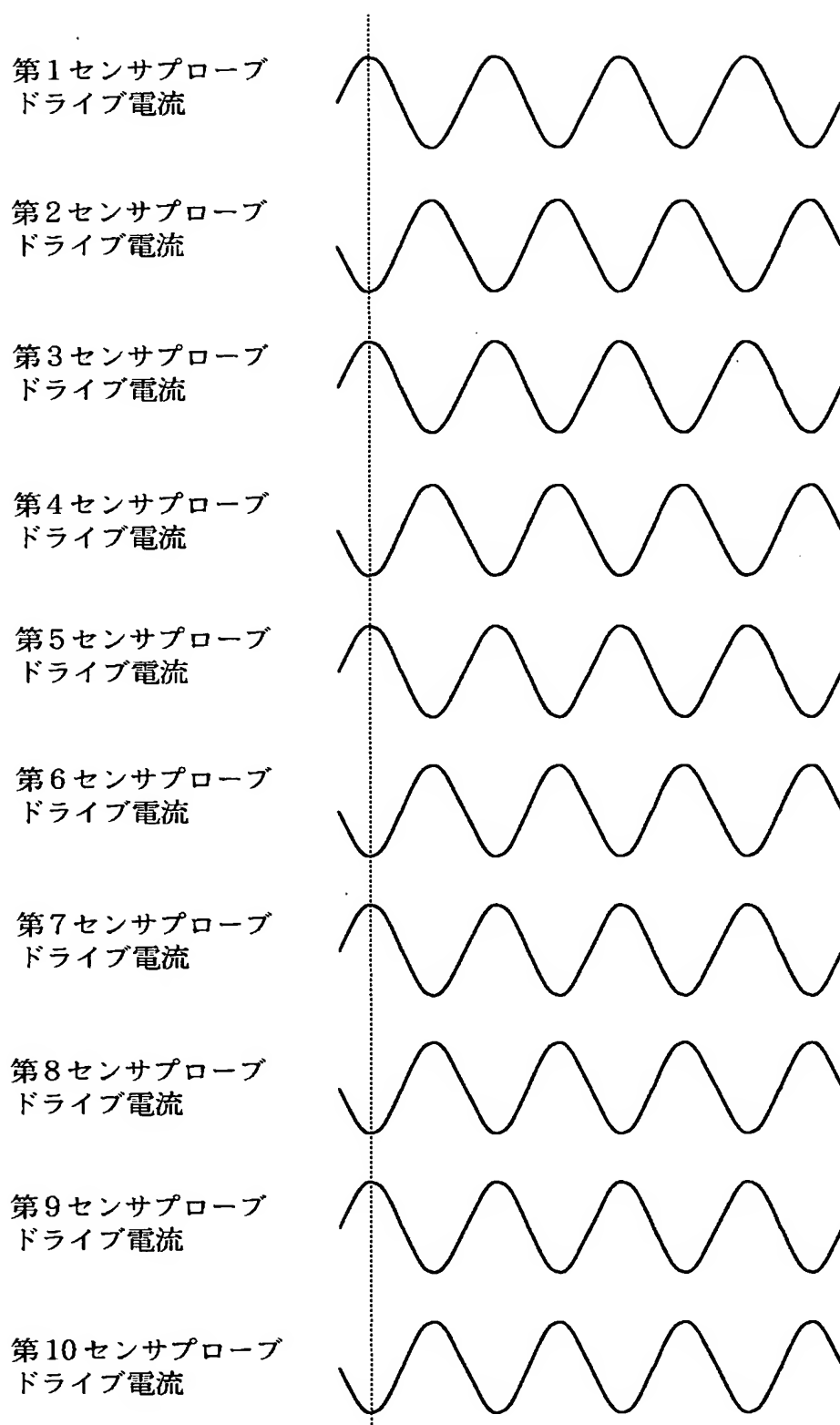
【図 10】



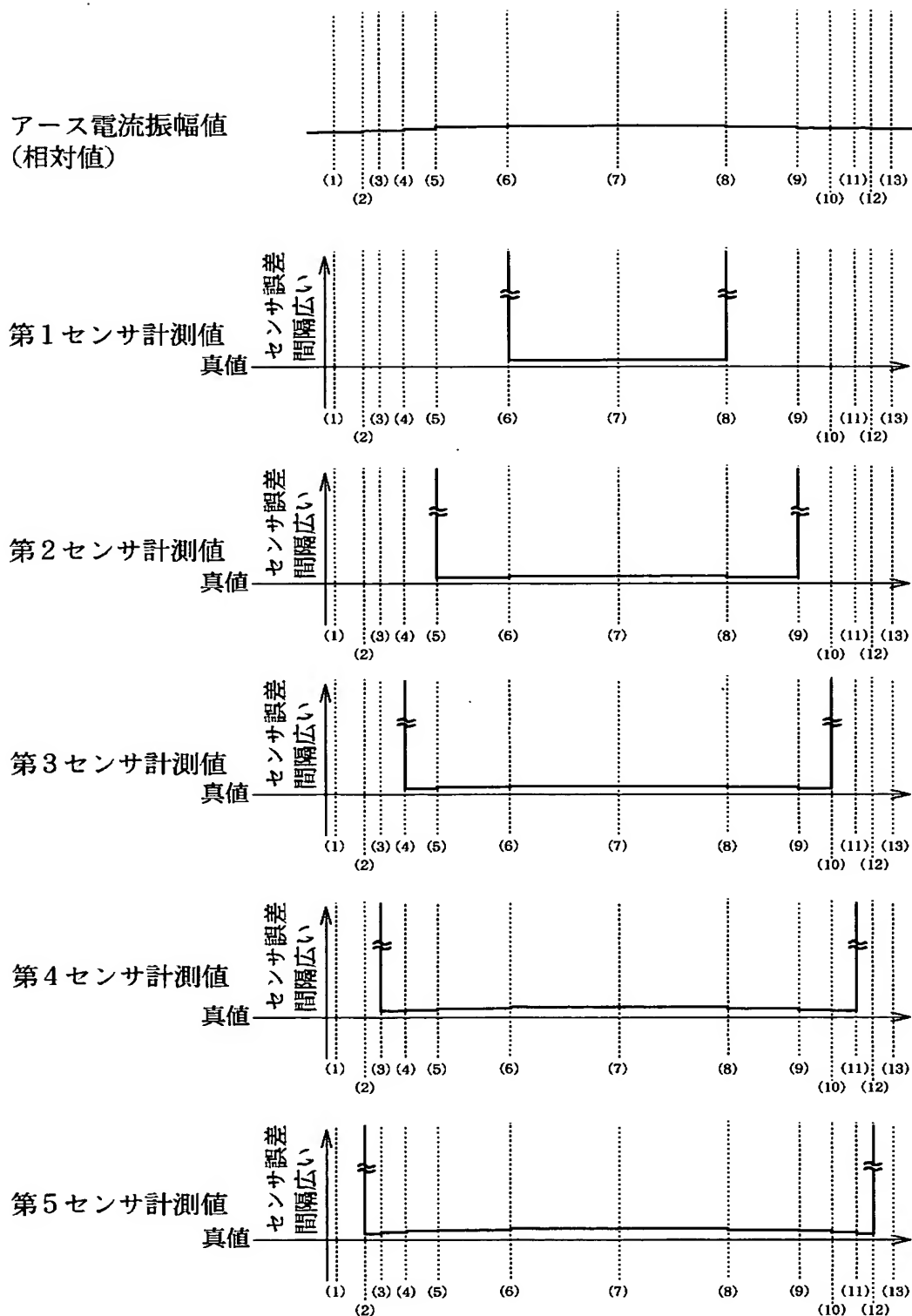
【図 11】



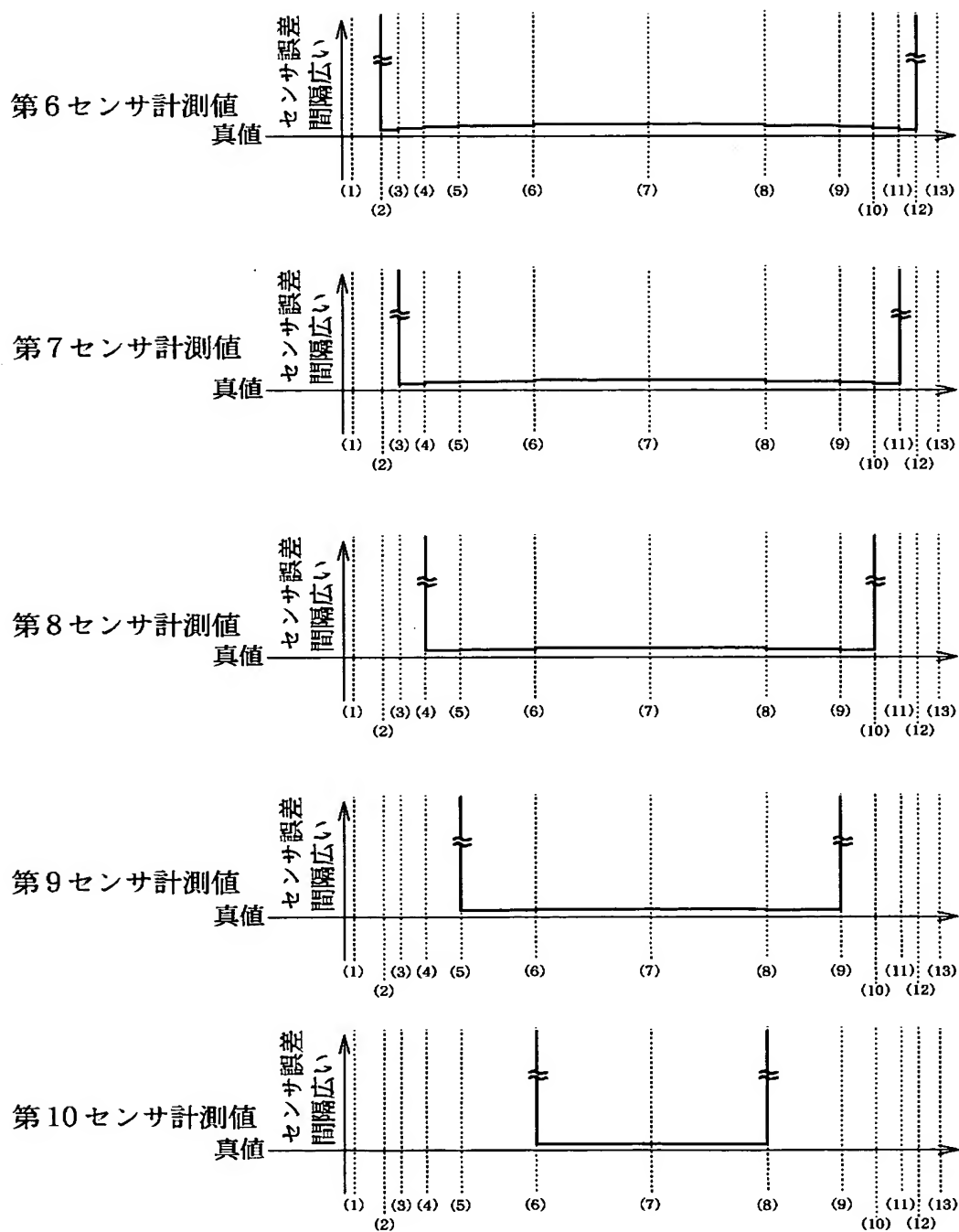
【図 12】



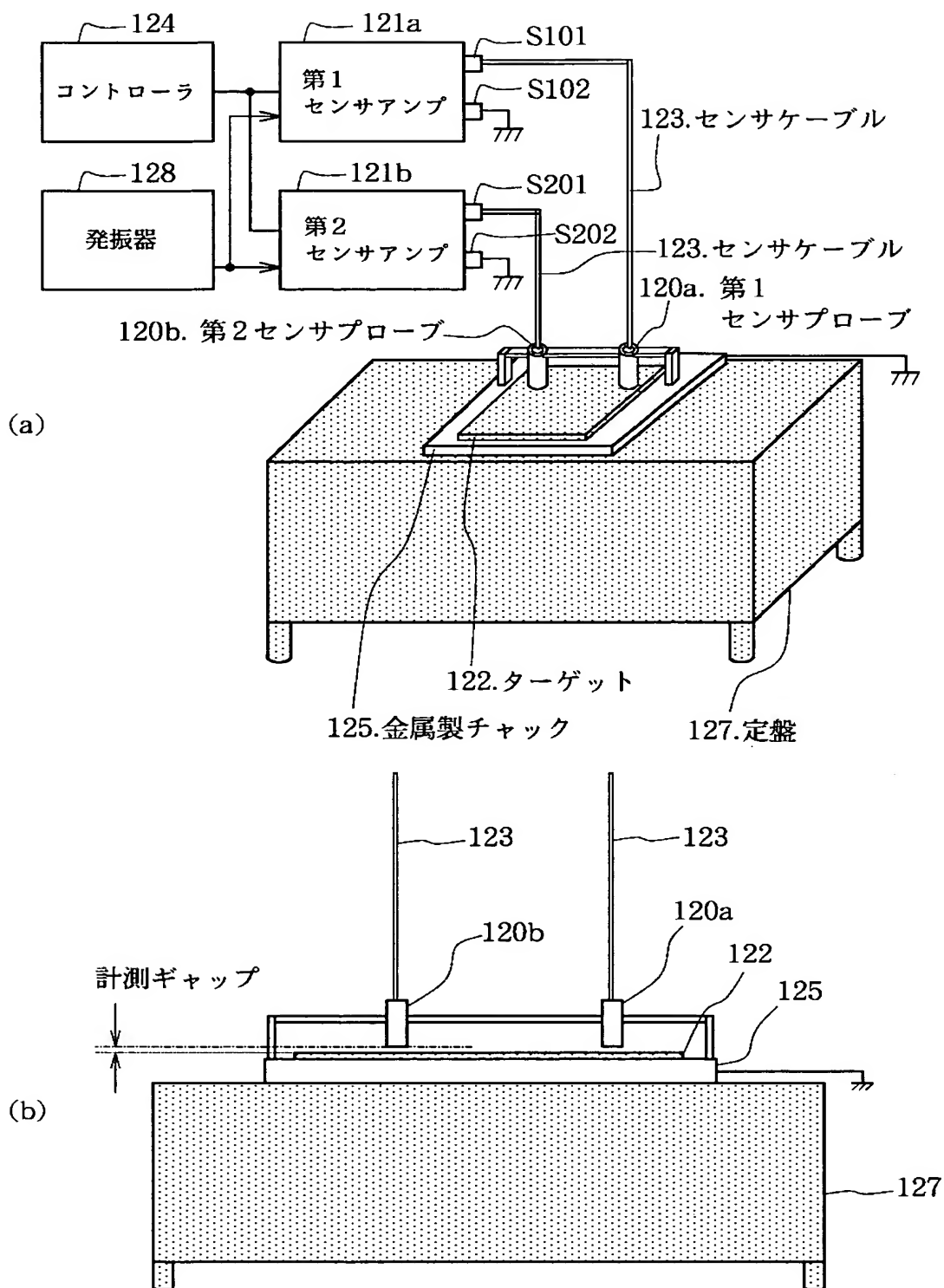
【図 13】



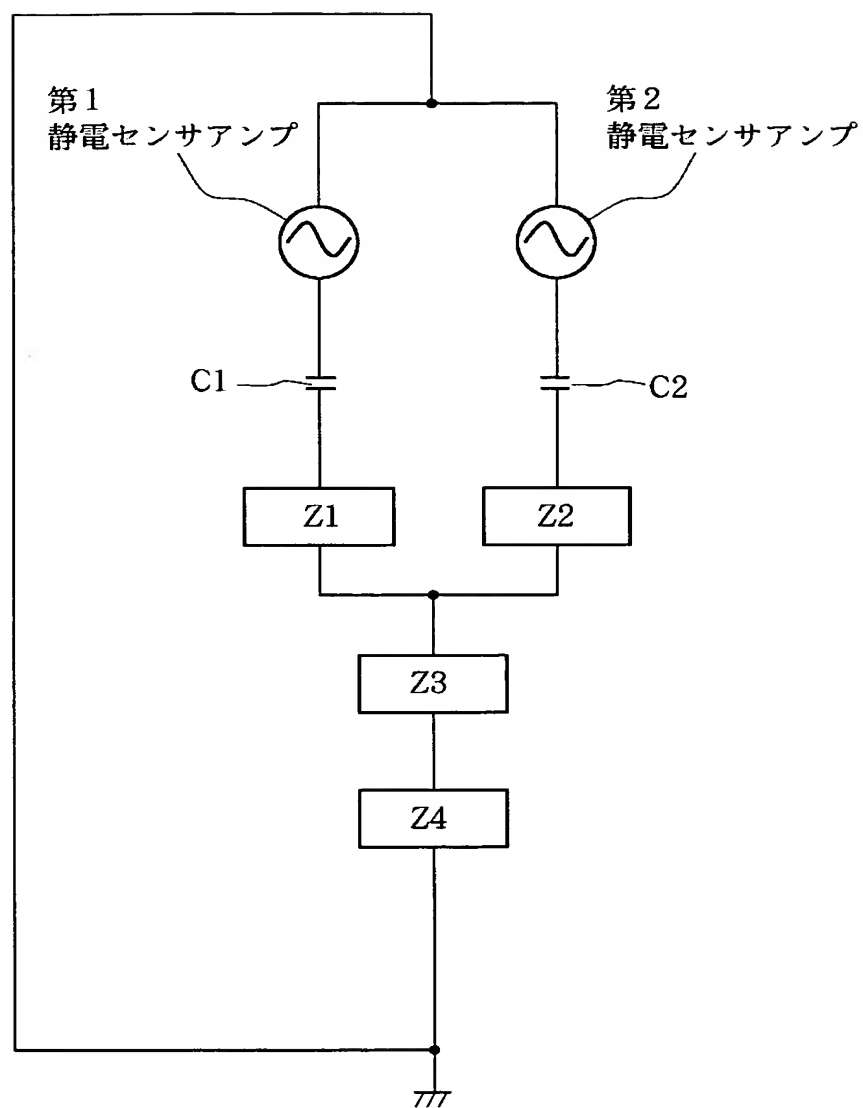
【図 14】



【図 15】

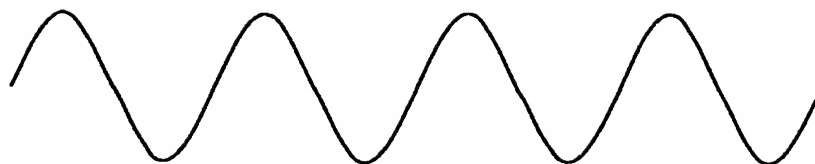


【図 16】

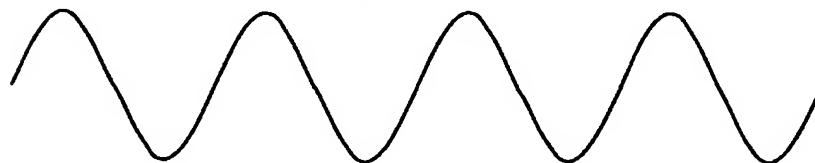


【図 17】

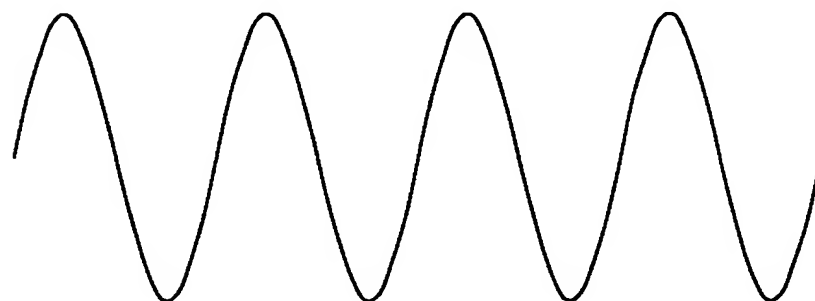
第1
センサプロブ
ドライブ電流



第2
センサプロブ
ドライブ電流

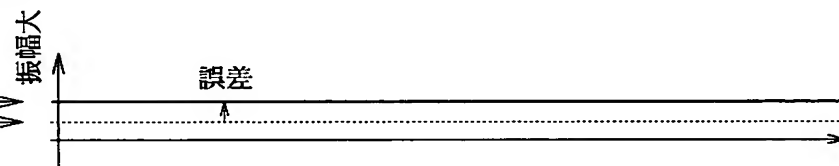


アース電流

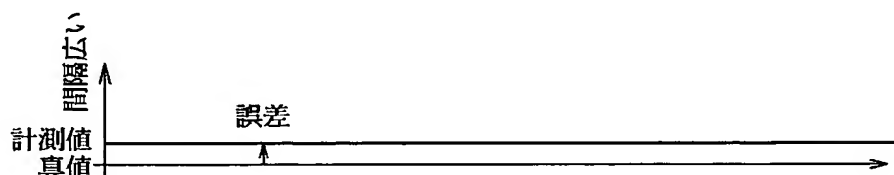


アース電流振幅値
(相対値)

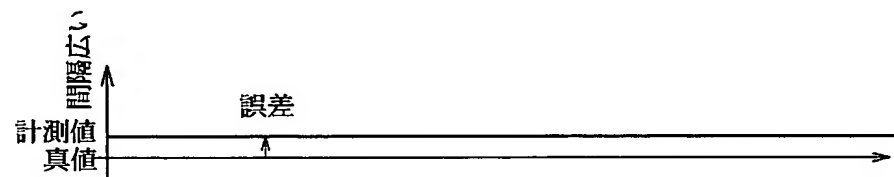
実際の振幅値
センサ1個の
ときの振幅値



第1センサ
計測値



第2センサ
計測値



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数の静電容量センサを備えた計測装置における共通インピーダンス等によって発生する計測誤差を防止する。

【解決手段】 第1および第2のセンサプローブ10a、10bと、ターゲット12を搭載する搭載台と、第1および第2センサプローブ10a、10bを保持するセンサ保持フレーム16と、センサプローブ10a、10bに接続し、計測結果を出力するセンサアンプ11a、11bとを備え、センサアンプ11a、11bは第1端子S101、S201と第2端子S102、S202をもち、第1端子S101、S201にセンサプローブ10a、10bの電極を接続し、第1端子S101、S201と第2端子S102、S202間にセンサプローブ10a、10bを含む被計測系の閉回路を接続し、センサアンプ11a、11bからセンサプローブ10a、10bに供給する交流電気信号の位相を、センサプローブ10aとセンサプローブ10bで異ならせる。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 6 7 7 7 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キヤノン株式会社